

Année 1954

N°

607

T H E S E

Pour le Doctorat en Médecine

(diplôme d'Etat)

Par

C A L V E T Jean

Né le 31 Aout 1925 à Paris 17ème

Présentée et soutenue publiquement le :

ETUDE ELECTROMYOGRAPHIQUE DE LA FATIGUE DANS LES
AFFECTIONS DU NEURONE MOTEUR PERIPHERIQUE.

Président :

M. le Professeur ALAJOUANINE

LANE MEDICAL LIBRARY
SAN FRANCISCO

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du candidat : CALVET

Prénom : Jean

Date de la soutenance :

N° d'ordre :

1

CALVET Jean

Etude Electromyographique
de la fatigue dans les
affections du neurone
moteur périphérique.

Paris. Dact. in 4° 42 p.

Thèse Med. Paris 1954

N°

Ed. A.G.E.M.P. 1954

2

CALVET Jean

Etude Electromyographique
de la fatigue dans les
affections du neurone
moteur périphérique.

Paris. Dact. in 4° 42 p.

Thèse Med. Paris 1954

N°

Ed. A.G.E.M.P. 1954

3

CALVET Jean

Etude Electromyographique
de la fatigue dans les
affections du neurone
moteur périphérique.

Paris. Dact. in 4° 42 p.

Thèse Med. Paris 1954

N°

Ed. A.G.E.M.P. 1954

4

CALVET Jean

Etude Electromyographique
de la fatigue dans les
affections du neurone
moteur périphérique.

Paris. Dact. in 4° 42 p.

Thèse Med. Paris 1954

N°

Ed. A.G.E.M.P. 1954

Année 1954

N°

. T H E S E

Pour le Doctorat en Médecine

(diplôme d'Etat)

Par

C A L V E T Jean

Né le 31 Aout 1925 à Paris 17ème

Présentée et soutenue publiquement le :

ETUDE ELECTROMYOGRAPHIQUE DE LA FATIGUE DANS LES
AFFECTIONS DU NEURONE MOTEUR PERIPHERIQUE.

Président :

M. le Professeur ALAJOUANINE

DOYEN HONORAIRE :

M. Baudoin

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Baudoin, Brindeau, Carnot, Chevassu, Chiray, Clerc, Delbet, Gougerot (H), Guillaïn, Harvier, Laignel-Lavastine, Laubry, Lemaître, Lemièrre, Lhémitte, Lian, Loeper, Marion, Mathieu, Mocquot, Mulon, Olivier, Ombredanne, Sannié, Sébilleau, Sézary, Tanon.

DOYEN.....Léon BINET, Membre de l'Institut

ASSEESSEUR.....Jean VERNE

I.- PROFESSEURS

MM .
Anatomie.....CORDIER. (G.)
Anatomie pathologique.....DELARUE. (A.)
Bactériologie.....GASTINEL. (P.)
Biologie appliquée à l'Education physique
et aux Sports.....CHAILLEY-BERT. (P.)
Biologie médicale.....VERNE. (J.)
Cancérologie médicale et sociale.....HUCUENIN. (R.)
Carcinologie.....OBERLING. (C.)
Chimie médicale.....POLONOVSKI. (M.)
(Hôtel-Dieu....BROCQ. (P.)
(Saint-Antoine..CADENAT. (F.)
(Salpêtrière...MONDOR. (H.)
(Cochin.....QUENU. (J.)
Clinique chirurgicale réparatrice et
orthopédique.....MERLE D'AUBIGNE. (R.)
Clinique de cardiologie.....DONZELOT. (E.)
Clinique de chirurgie infantile et
d'orthopédie.....FEVRE. (M.)
Clinique de Chirurgie pleure-pulmonaire....MONOD. (R.)
Clinique de la tuberculose.....BERNARD. (E.)
Clinique de neuro-chirurgie.....PETIT-DUTAILLIS. (D)
Clinique de puériculture.....LELONG. (M.)
Clinique des maladies cutanées et syphiliti-
ques...DEGOS. (R.)
Clinique des maladies du sang.....CHEVALLIER. (P.)
Clinique des maladies du système nerveux...ALAJOUANINE. (T.)
Clinique des maladies des enfants.....DEBRE. (R.)
Clinique des maladies infectieuses.....MOLLARET. (P.)
Clinique des maladies mentales et de
l'encéphale.....DELAY. (J.)
Clinique gynécologique.....FUNCK-BRENTANO. (P.)
(Hôtel-Dieu;...BENARD. (H.)
(Bichat.....LAROCHÉ. (G.)
(Cochin.....MOREAU. (R.)
Clinique médicales.....(Pitié.....LEMAITRE. (A.)

Clinique médicale d'hydro-climatologie	
thérapeutique.....	JUSTIN-BESANCON. (L.)
Clinique médicale propédeutique.....	PASTEUR-VALLERY-RADOT. (L.)
	(Tarnier.....LANTUEJOUL. (P.)
Clinique obstétricales.....	(Baudelocque..LEVY-SOLAL. (E.)
	(Port-Royal...LACOMME. (M.)
Clinique ophtalmologique.....	VELTER. (E.)
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	AUBIN. (A.)
Clinique physio-pathologique des problèmes	
alimentaires (chaire à titre personnel).	RICHET. (C.)
Clinique psychiatrique infantile.....	HEUYER. (C.)
Clinique rhumatologique.....	COSTE. (F.)
Clinique stomatologique.....	DECHAUME. (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	SENEQUE. (J.)
Clinique thérapeutique médicale.....	CHABROL.
Clinique urologique.....	FEY. (B.)
Embryologie.....	GIROUD. (A.)
Génétique.....	LAMY. (M.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	MOUQUIN. (M.)
Histologie.....	CHAMPY. (C.)
Hygiène et clinique de la première enfance.	CLITHALA. (J.)
Hygiène et médecine préventive.....	JOANNON. (C.)
Médecine du travail.....	DESOILLE. (H.)
Médecine légale.....	PIEDELIEVRE. (R.)
Parasitologie et histoire naturelle	
médicale.....	GALLIARD. (H.)
Pathologie chirurgicale.....	MENEGAUX. (G.)
Pathologie exotique.....	LAVIER. (G.)
Pathologie expérimentale et comparée...	LENEGRE. (J.)
Pathologie médicale.....	BARIETY. (M.)
Pathologie et thérapeutiques générales..	DE GENNES. (L.)
Pharmacologie et matière médicale.....	HAZARD. (R.)
Physico-chimie médicale (chaire à titre	
personnel).....	DOGNON. (A.)
Physiologie.....	BIELOT. (L.)
Physique médicale.....	STROHL. (A.)
Radiologie médicale.....	DESCREZ. (H.)
Technique chirurgicale.....	MOULONGUET. (P.)
Thérapeutique.....	TURPIN. (R.)

II.-PROFESSEURS SANS CHAIRE

MAITRE DE CONFERENCES-AGREGES ET AGREGES

Anatomie.....	{ DEBEYRE. (J.)
	{ DELMAS. (A.)
Anatomie pathologique.....	{ GAUTHIER-VILLARS
	{ (Melle P.) Pr.s.ch.
	{ BUSSET. (F.)

Bactériologie.....	(FASQUELLE. (R.) (NEVOT. (A.)
Biologie médicale.....	BOURLIERE. (F.) (SETTORI. (J) Pr.s.sch.
Chimie médicale.....	(JAYLE. (M.F.) Pr.s;ch. (SCHAPIRA. (G.)
Dermato-syphligraphie.....	N... (DESCLAUX. (P.)
Histologie.....	(BULLIARD (H) Pr.s.ch. (COUJARD. (R.)
Hydrologie.....	DEBRAY. (C.)
Hygiène.....	(BOYER (DEPARIS (M.)
Médecine légale.....	(DEROBERT. (L.) (GAULTIER. (M.)
Neuro-chirurgie.....	N...
Neurologie.....	SEZEN. (S.de) (GRASSET. (J.) (LEPAGE. (F.)
Obstétrique.....	(MEYER. (M.) (MERGER. (R.) (RAVINA. (J.) (VARANGOT. (J.)
Ophtalmologie.....	(OFFERT. (G.) (DESVIGNES. (P.)
Oto-rhino-laryngologie.....	(HALPHEN. (E) Pr.s, ch. (MADURO. (R.)
Parasitologie.....	(BRUMPT. (L.)
Parasitologie coloniale.....	(CHABAUD.
	(ABOULKER. (P.) (BAUMANN. (J.) (GOSSET. (J.)
Pathologie chirurgicale.....	(HUGUIER. (J) (LAURENCE. (G.) (LEGER. (L.) (OLIVIER. (CI.) (PADOVANI. (P.)
	(POILLEUX. (M.)
Pathologie chirurgicale.....	(ROUX. (M.) (RUDLER. (J.C.) (VERNE. (J.M.)
Pathologie expérimentale.....	MEPKLEN. (P.)

	(BERNARD. (J.)
	(BOUDIN. (G.)
	(CASTAIGNE. (P.)
	(CONTE. (M.)
	(DECOURT. (J.)
	(DOMART. (A.)
	(DREYFUS. (Gilbert)
	(FLAUVERT. (R.)
Pathologie médicale.....	(HAMBURGER. (J.)
	(KOURILSKY. (R.)
	(MILLIEZ. (P.)
	(PERRAULT. (M.)
	(RAMBERT. (P.)
	(THIEFFRY. (St.)
	(TURLAF. (J.)
	(N....
	(N....
	(N....
Pédiatrie.....	(LAPLANE. (R.)
	(MARIE. (J.)
Pharmacologie.....	(LEVY. (Melle J.) Pr.s.ch.
	(CHEYMOL. (J.H.) Pr.s.ch.
Physiologie.....	(BARGERON. (D.) Pr.s.ch.
	(PARROT. (J.L.)
Physique médicale.....	(DJOURNO. (L.)
	(GOUGEROT. (L.)
Psychiatrie.....	BARUK. (H.)
Psychiatrie infantile.....	MICHAUX. (L.)
Stomatologie.....	CHAPUT. (Mme A.)
Thérapeutique.....	PERRAULT.
	chargé de l'enseignement
Urologie.....	KUSS. (R.)

III-PROFESSEURS HONORAIRES ET AGREGES

RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM. BRINDEAU. (A.) (Obstétrique), G. TELLIER. (J.) (Clinique chirurgicale), LE LORRIER. (V.) (Obstétrique), V. UDESC. (L. (R.) (Obstétrique).

IV- PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES

CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.

Clinique chirurgicale..... (AMELINE. (A.)
(PATEL. (J.)
(SICARD. (A.)

(BOULIN. (R.)
(BROUET. (G.)
(CACHERA. (R.)
Clinique médicale..... (GARCIN. (J.)
(HAGUENAU. (M.)
(MARCHAL. (G.)
(SOULIE. (E.)

Clinique obstétricale..... (DIGONNET. (L.)
(EGALLE. (G.)

Clinique ophtalmologique..... RENART. (G.)

Clinique urologique..... COUVELAIRE. (R.)

MM.

Secrétaire de la Faculté..... MOREL. (J.)
Secrétaire-adjoint..... Melle CHANTREUIL (G.)

Conservateur..... Docteur HAHN. (A.)
Bibliothécaires..... M. DOULAN. (G.), Mlles DUMITRE. (F.)
GOICHON. (A-M.), LE NOIR. (G.), METIN. (F.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A Notre Président de Thèse

Monsieur le Professeur ALAJOUANINE

Professeur de clinique des maladies du système
nerveux à la Faculté de Médecine de Paris

Membre à l'Académie de Médecine

Médecin des Hôpitaux

Officier de la Légion d'Honneur.

Il nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence
de cette thèse.

Hommage respectueux.

Au Docteur L. GALLY

Chef du service d'Electroradiologie de la Salpêtrière
Pour l'enseignement de l'électrologie reçu dans
son service

Au Docteur J LEFEBVRE

Chef du service d' Electro Radiologiê de l'Hôpital
des Enfants Malades

Au Docteur J SCHERER

Professeur agrégé de Physiologie

Auxquels nous devons tous les éléments de cette thèse, les
connaissances ainsi que l'aide et les directives précieuses.

Au Docteur MATHIEU

Chef adjoint du service d'Electroradiologie

Aux Docteurs STRONGE et CHOURAQUI

Assistants du service d'Electro radiologie.

- S O M M A I R E -

- Introduction

A) L'activité de l'Unité motrice

1) activité normale

2) Etude schématique de l'Electromyographie pathologique.

B) Justification du titre

- Méthodologie

I) Appareillage

II) Choix des Malades

III) Technique d'examen

- Résultats

I) Etude analytique

II) Etude globale

A) Variation d'Amplitude de l'Unité Motrice

B) Variation de Fréquence

C) Variations instantanées de la Fréquence

- Discussion

- Conclusions.

- I N T R O D U C T I O N -

A - L'ACTIVITE DE L'UNITE MOTRICE

I- Activité normale.

On appelle "Unité Motrice depuis Sherrington, l'ensemble formé par la cellule motrice de la corne antérieure de la moelle, avec son axone, les ramifications de celui-ci, les plaques motrices correspondantes et enfin, l'ensemble de fibres musculaires, au nombre de dix à plusieurs centaines (taux d'innervation) disséminées dans le muscle et dépendant de cette même cellule nerveuse.

Cette Unité Motrice correspond à la "grappe Myo^emale " de Lapique.

Au repos la membrane de la fibre musculaire est polarisée, la différence de potentiel existant entre la face externe de la membrane et l'intérieur de la cellule elle est de 90 m v.

Outre la contraction des fibres, l'activité de l'Unité Motrice est caractérisée par le passage d'une onde de dépolarisation qui se transmet de proche en proche le long des fibres de l'Unité.

a) Dans chaque fibre, la secousse est maximale ou n'est pas.

b) Si une onde de dépolarisation se propage dans

Une fibre, son potentiel est toujours identique à lui-même.

Cependant, l'intensité de la secousse peut augmenter.

- 1) Par recrutement d'un plus grand nombre d'Unités Motrices, (sommation spaciaie)
- 2) Par augmentation de la fréquence des dépolarisations successives (sommation temporelle).

L'électromyographie est la technique permettant l'observation et l'enregistrement de ces potentiels.

Le potentiel d'action de fibre isolé ne s'observe pas à l'état normal. Il est schématiquement bref 1 m S. et son amplitude dépasse rarement 50 à 100 μ V

Ce qu'on observe chez le sujet normal est la somme des potentiels de quelques fibres voisines appartenant à une même Unité Motrice. L'amplitude est alors plus grande, dépassant 500 μ V. La durée est elle aussi plus grande : de l'ordre de 5 m S

1)- On constate qu'à l'état normal aucun potentiel n'est perçu si le muscle est au repos.

2)- Une construction très faible fait apparaître un potentiel d'Unité Motrice tel que nous l'avons décrit battant à 4 à 8 par sec. d'abord, puis augmentant progressivement de fréquence (12 à 18) si la contraction devient plus forte.

3)- Une contraction plus forte encore fait apparaître d'autres Unités Motrices.

4)- Pour une très forte contraction la trace est illisible.

Correspondant à cette contraction d'intensité croissante on a donc d'abord un tracé dit simple

puis intermédiaire

puis interférentiel.

Les diverses Unités sont normalement synchronisées. Le tracé interférentiel montrant cependant des groupements. (ondes de Piper)

II - Etude schématique de l'Electromyogramme pathologique.

1) La Dénervation complète s'installe au bout de 3 semaines en moyenne. Les potentiels dits de fibrillation (Denny Brown) Spontanés, brefs. 1 m S , peu amples $< 100 \mu V$ se répétant à intervalles réguliers. (moins de 10 cycles sec.) favorisés par le fait de réchauffer, d'enfoncer l'aiguille, la percussion. Ils seraient caractéristiques de la dénervation.

2) On suivra la réinervation dans une poliomyélite antérieure aigue par exemple.

par l'apparition de potentiels très polyphasiques déchiquetés et de grande durée (fibres mal synchronisées, peut être adoption de fibres abandonnées).

Peu à peu ces potentiels deviennent plus réguliers et leur amplitude devient très grande, plusieurs millicolts.

3) Une interruption partielle et les atrophies neurogènes donnent

des traces intermédiaires ou simples, et on observe des fréquences élevées (supra maximales 60 à 80)

- 4) Les dégénérescences myogènes, par suppressions de fibres à l'intérieur des Unités Motrices, donnent des potentiels généralement brefs, produisant un bruit sec au haut parleur, peu amples, et, le tracé souvent interférentiel, contraste avec la faiblesse de la contraction.
- 5) Une réaction myotonique peut s'observer comme dans un examen électrique classique. Ce sont des rafales de potentiels assez brefs, tous égaux, (à environ 100 périodes) produisant un son musical de ton souvent descendant vers des fréquences plus basses, absolument caractéristiques à l'audition.
- 6) La Myasthénie est caractérisée par des décroissances d'amplitude très rapides que la prostigmine normalise.
- 7) La Tétanie donne lieu à une activité spontanée particulière, des doublets ou multiplets apparaissent : répétition de l'unité à 5 à 15 m S d'intervalle, après garrot et hyperpnée.
- 8) Tous les mouvements anormaux sont objectivés par l'E M G. tremblements spasmes clonies fasciculationsetc...
- 9) Enfin des tracés simples par déficit d'origine centrale.

Ces quelques notions d'électrographies pathologiques devraient être rappelées par un travail consacré à un aspect particulier du comportement de l'Unité Motrice.

B - UNE ETUDE DU COMPORTEMENT DE L'UNITE MOTRICE.

Au cours d'une contraction volontaire prolongée se heurte à des difficultés. Pour que la contraction s'accompagne de fatigue, il faut qu'elle soit maximale, or, une contraction maximale donne un tracé interférentiel illisible chez le sujet normal. Peut-être aurait-on pu noter une variation dans l'amplitude générale par des méthodes d'intégration électriques, mais il était difficile de connaître les fréquences des unités.

Nous avons donc fait appel aux tracés fournis par des malades atteints d'une affection du neurone moteur périphérique donc, donnant des tracés simples, réduits souvent à une seule unité dont la fréquence et l'amplitude pourront être étudiées.

Bien entendu, les conclusions de cette étude ne peuvent être étendues sans quelques réserves à la physiologie normale de l'Unité Motrice.

METHODOLOGIE.

I - Appareillages. Ce sont ceux utilisés en Electromyographie. L'étude entreprise nécessite de détecter les potentiels de fibres très voisines de l'électrode, c'est à dire d'avoir déjà par le montage même des tracés aussi clairs que possible, c'est donc une aiguille coaxiale intra musculaire de Bronck et non les électrodes cutanées qui donnent un tracé global, qui fut utilisée.

Un conducteur est introduit dans une aiguille, il y est main-

tenu et en est isolé par un ciment spécial; l'extrémité taillée en biseau constituera la paire d'électrodes entre lesquelles les potentiels musculaires sont captés. Dans ces conditions, une fibre située à 1/2 cm de la pointe de l'aiguille ne fournit à celle-ci que des potentiels très affaiblis et négligeables.

L'observation d'un phénomène rapide comme celui-ci (1 mill sec pour le potentiel de fibre) nécessite l'oscillographe cathodique, les inscriptions à plume ne répondant pas à ces fréquences, et l'oscillographe Dubois ou Blondel nécessitent aussi l'enregistrement photographique et n'étant pas aussi linéaires.

Les enregistrements sont pris sur film de 35 m/m Standard perforé par photographie d'un écran d'oscilloscope de couleur bleue sans rémanence la caméra permet le déroulement à huit et à vingt centimètres par seconde, c'est en général à huit centimètres /sec. que les tracés ont été pris. Une base de temps(en haut du tracé) donne le cinquantième de seconde.

Un haut parleur (avec son étage de puissance) est très utile.

Les potentiels d'électromyographie y produise un bruit plus ou moins sec, (suivant leur durée) L'oreille est plus apte que l'oeil à suivre les rythmes et perçoit des unités lointaines d'amplitude très basse qui ne produisent pas de déviation du faisceau cathodique.

Les potentiels captés par l'aiguille ; vingt à cent

microvolts (potentiels de fibres) ; deux cents microvolts à quelques millivolts. (unités motrices normales ou pathologiques). Sont disproportionnés par rapport à ceux auxquels est sensible l'oscillographe. (quelques dizaines de volts au moins sont nécessaires pour dévier le faisceau cathodique d'une façon notable).

Il faudra donc un appareil capable d'assurer la liaison : c'est l'amplificateur.

De toute l'installation cet amplificateur est certainement la pièce de réalisation la plus délicate.

On lui demande :

- un gain voisin du million

ce qui exige un souffle assez bas (quelques microvolts) très inférieur bien entendu aux potentiels de fibres (emploi de résistances bobinées, broches sondées)

- Pas d'effet microphonique. (Choix des tubes)

- Une différentialité élevée pour n'amplifier que les potentiels se présentant en opposition de phase sur les deux électrodes constituées par la pointe de l'aiguille coasiale.

Il ne faut pas que soient amplifiés :

Les potentiels en phase (cas des potentiels provenant d'une source lointaine) ceux-ci ne doivent pas fournir non plus d'intermodulation avec les potentiels amplifiés. Il faudra donc contre réactionner l'amplificateur contre tout ce qui arrive en phase sur l'étage d'entrée.

cet étage est en général symétrique; la contre réaction étant réalisée par une très forte résistance de cathode commune par exemple.

Ajoutée à ces précautions la protection contre les sources de parasites et particulièrement le secteur,

Par éloignement ou blindage

Mise à la tenue du lit d'examen et du malade lui-même, permettront d'obtenir des tracés où l'axe isoélectrique sera une droite et où les amplitudes ne seront pas perturbées, ce qui permettra de les mesurer.

II - Choix des Malades.

Les malades utilisés ont été choisis parmi un certain nombre de tracés simples d'affection du neurone périphérique, environ 115 tracés ont été examinés et, seuls, les plus clairs, ceux où une ou deux unités motrices étaient présentés., où la contraction avait été maintenue maximale pendant tout le temps désirable ont été retenus.

Voici la liste de ces malades avec quelques données les concernant et la lettre référence qui tient lieu d'identité dans tout ce travail.

(a) S. L. A.

(b) Myopathie clinique mais présentant un tracé simple typiquement neurogène....

(c) Parésie cubitale droite depuis 1 an

(d) Polyradiculonévrite

(e) S.L.A. probable peut être amyotrophie névritique

- (f) Amyotrophie Aran Duchène de la main gauche d'origine probablement spingomyélique
- (g) S.L.A.
- (h) Paralyse radiale gauche au 4ème 5ème jour
- (i) Atrophie du membre sup. gauche isolée
- (j) Traumatisme cervical atrophie des interoneux

III - Technique d'examen

Il a été demandé au malade de maintenir un effort maximum le plus longtemps possible ; le plus souvent effort d'abduction du 5ème doigt parfois d'adduct du pouce, ou effort de relèvement du pied suivant que les muscles choisis étaient abducteur du 5ème, 1^{er} interoneux ou jambier antérieur

Si le malade pouvait maintenir sa contraction, des enregistrements étaient pris, au début au bout de 30 sec. une minute, une minute et demi et deux minutes en général après le début. Chaque fois que possible il a été demandé une nouvelle contraction après un repos de 1 minute. Les malades furent souvent étudiés après réchauffement. L'un des tracés montre d'ailleurs une unité motrice rapidement épuisable, à côté d'une autre de fatigabilité semble-t-il normale (malade (b)).

Sur ces tracés les amplitudes ont été mesurées.

Ces amplitudes sont , soit arbitrairement mesurées en millimètres, soit mesurées en pourcentage de l'amplitude initiale.

Les fréquences furent mesurées en comptant les unités sur un intervalle de 1 seconde en général.

Ayant remarqué que les intervalles ou périodes devenaient irrégulières en fin de contraction, nous avons tenté de mesurer la précision (P) de la fréquence aux divers moments. Ces variations instantanées de période sont calculées de la façon suivante :

On prend la période moyenne de 10 périodes à un moment donné et on la divise par la moyenne des 10 écarts de période à cette période moyenne; ce procédé arbitraire a été utilisé pour éliminer dans une certaine mesure les grosses irrégularités dues à des facteurs particuliers. Ces chiffres donnent une idée de la précision de la fréquence lorsque $P = 10$ cela veut dire que les périodes sont en moyenne 10 % plus longues ou 10 % plus courtes que la période moyenne.

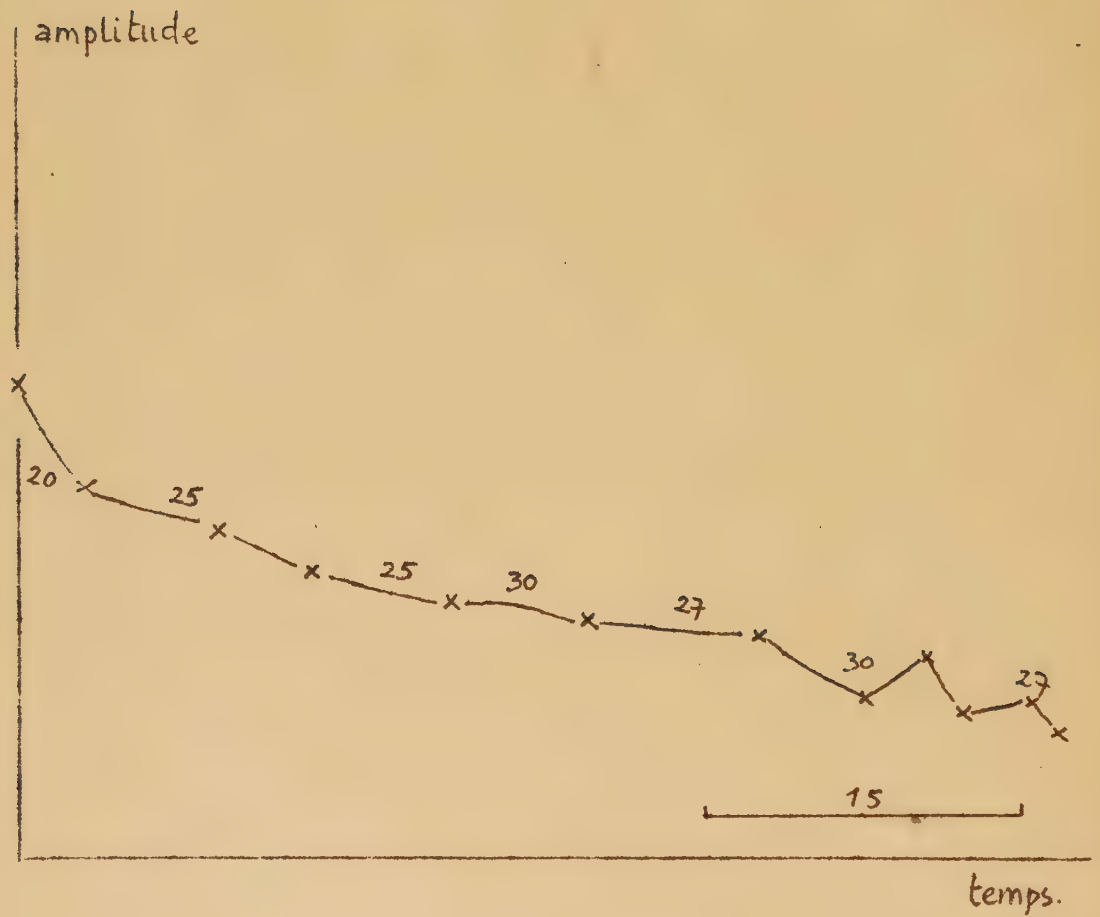
Si $P = 5$ cela correspond à des écarts de 20 % en plus ou en moins....

Généralement on verra que P est voisin de 10 au début de la contraction, de 5 à la fin.

- RESULTS. -

I - ETUDE ANALYTIQUE.

- Examen n° 1 -



(fig. 1) Chute d'amplitude du potentiel d'unité motrice
chez le malade (a)

Les chiffres représentent la fréquence.

- Examen N° 1 -

I - Clinique

Malade (a) Homme âgé de 44 ans
atteint de sclérose latérale amyotrophique.

II - Electromyographie standard

A l'examen électromyographique on trouve de la fibrillation et un tracé simple dans la loge antero externe gauche, avec une unité motrice dont la construction s'épuise rapidement.

III - Etude Analytique

L'amplitude de l'unité motrice décroît progressivement l'enregistrement fait 15 sec. après le début, la montre à moins de 1/2 amplitude après un repos d'une minute, elle repart avec une amplitude semblable à celle du début de la 1ère contraction, mais s'épuise vite 1/2 amplitude en 2 sec. (fig. 1).

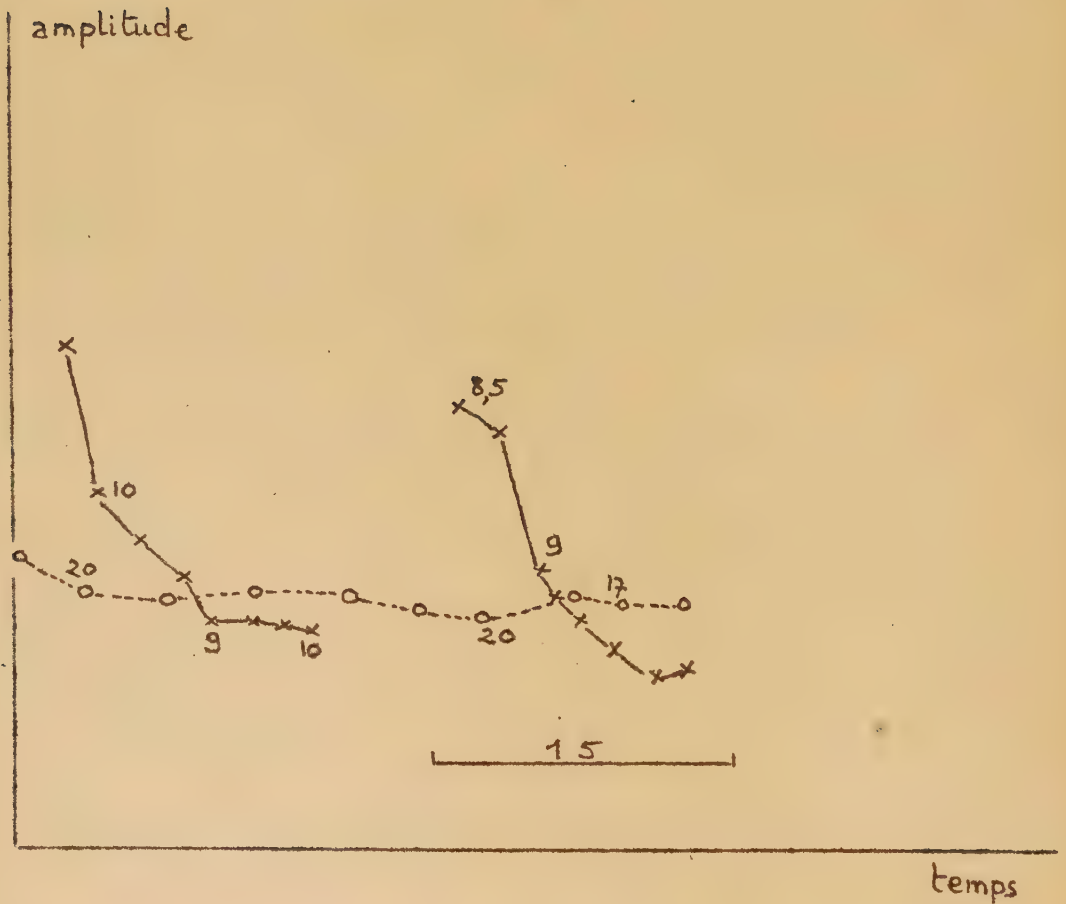
La fréquence qui est environ de 20/s au début monte jusqu'à 30/sec. en 2 sec. où elle se maintient.

30 sec. après le début il existe encore de très petits potentiels battant à 20/s environ, irrégulièrement espacés.

L'amplitude vaut 1/9^e de l'amplitude initiale. Le malade présente donc une chute rapide d'amplitude, la fréquence semble baisser aussi mais après une période de mise en train de l'unité ayant demandé 2 sec.

Les 2 tracés successifs avec retour à la normale de l'amplitude après repos élimine les variations dues à un déplacement de l'aiguille.

- Examen N° 2 -



(fig. 2). Variation d'amplitude de deux unités motrices sur le même tracé
l'une vite épuisable (en traits pleins)
l'autre peu fatigable (en pointillé)

Les chiffres sont les fréquences

Ces courbes se rapportent au malade (b).

- Examen N° 2 -

I - Clinique et électromyographie standard

Malade (b) agé de 25 ans atteint de myopathie clinique mais que présente un tracé neurogène typique.

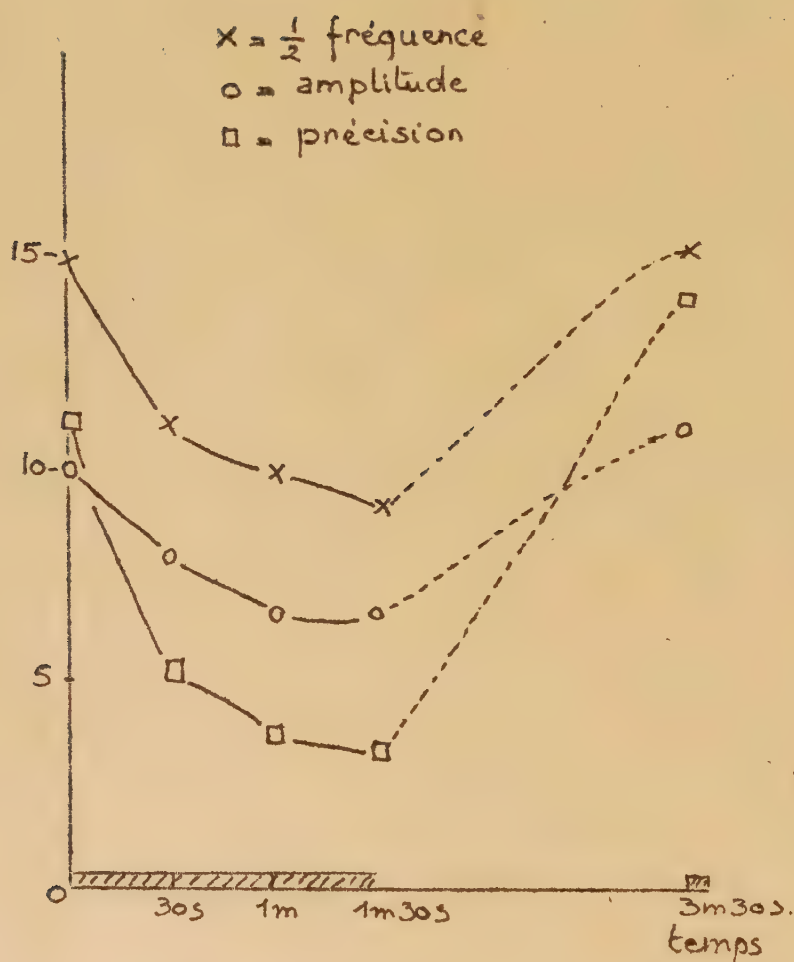
II - Analyse

le tracé fait sur un quadriceps montre 1 unité motrice battant régulièrement à une fréquence de 20 env. dont l'amplitude se maintient; et, pendant le même temps, une autre unité présente sur le même tracé dont l'amplitude tombe au $1/3$ en 1 sec., est de fréquence plus lente (10).

Après un repos d'une fraction de seconde cette unité reprend avec l'amplitude initiale esquissant 3 ou 4 contractions successives.

Le tracé montre que ces 2 chutes d'amplitude bien différentes ne sont pas l'oeuvre de facteurs extérieurs (froid déplacement d'aiguille)
(fig. 2)

- Examen N° 3 -



(fig. 3) Malade (c) variation d'amplitude, Fréquence et Précision de la fréquence; effort maximum durant 1 m 30, repos de 2 minutes .
(le trait hachuré représente l'effort).

- Examen N° 3 -

I - Clinique Malade (c) Homme agé de 60 ans.
atteint d'une parésie cubitale depuis 1 an
apparue après un effort.

II - Examen electromyographique standard.

A l'examen du premier interosseux fibrillation
peu fournie, tracé simple.

III - Analyse.

Un tracé de contraction maintenue du 1er interosseux
dorsal est pris.

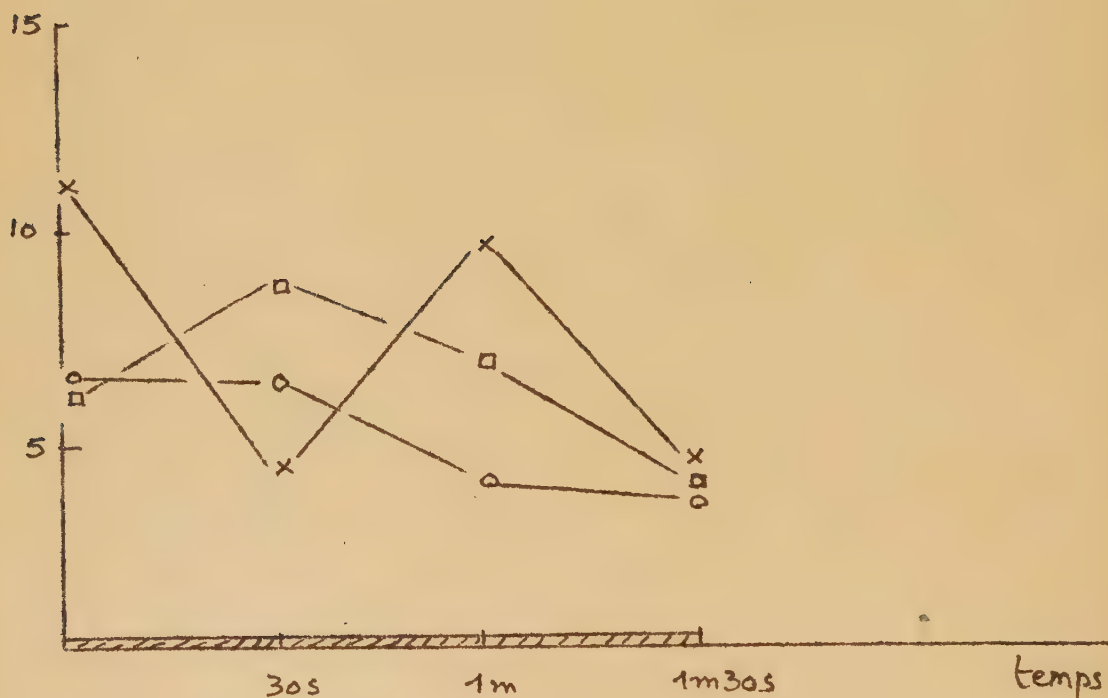
La fréquence de l'unité est moyenne 30/sec.

Au cours de l'enregistrement fait toutes les 30 sec
pendant 1 m 1/2 l'amplitude, la fréquence ainsi
que la régularité de la fréquence baissent pro-
gressivement, tous trois jusqu'à atteindre au
bout de ce temps à peu près la moitié de la valeur
initiale. Le retour à la normale après repos de
2 minutes est témoin de la stabilité de l'aiguille
(fig. 3)

C'est le tracé type de la fatiguabilité lente
que l'on retrouve souvent.

- Examen N° 4 -

x = 1/2 fréquence
o = amplitude
□ = précision



(fig. 4) Malade (d)

Variation de l'amplitude de l'Unité Motrice de la fréquence et de la précision au cours d'une contraction de 1 m 30, maximale.

- Examen N° 4 -

I - Clinique

Malade (d) Homme âgé de 47 ans

atteint de polyradiculonévrite depuis 1 an en
cours de récupération aux membres supérieurs

II - Examen Electromyographique standard

Jambier antérieur gauche.

Fibrillation intense, fournie, à l'enfoncement.
à gauche 1 unité Motrice peu fatiguable.

III - Analyse

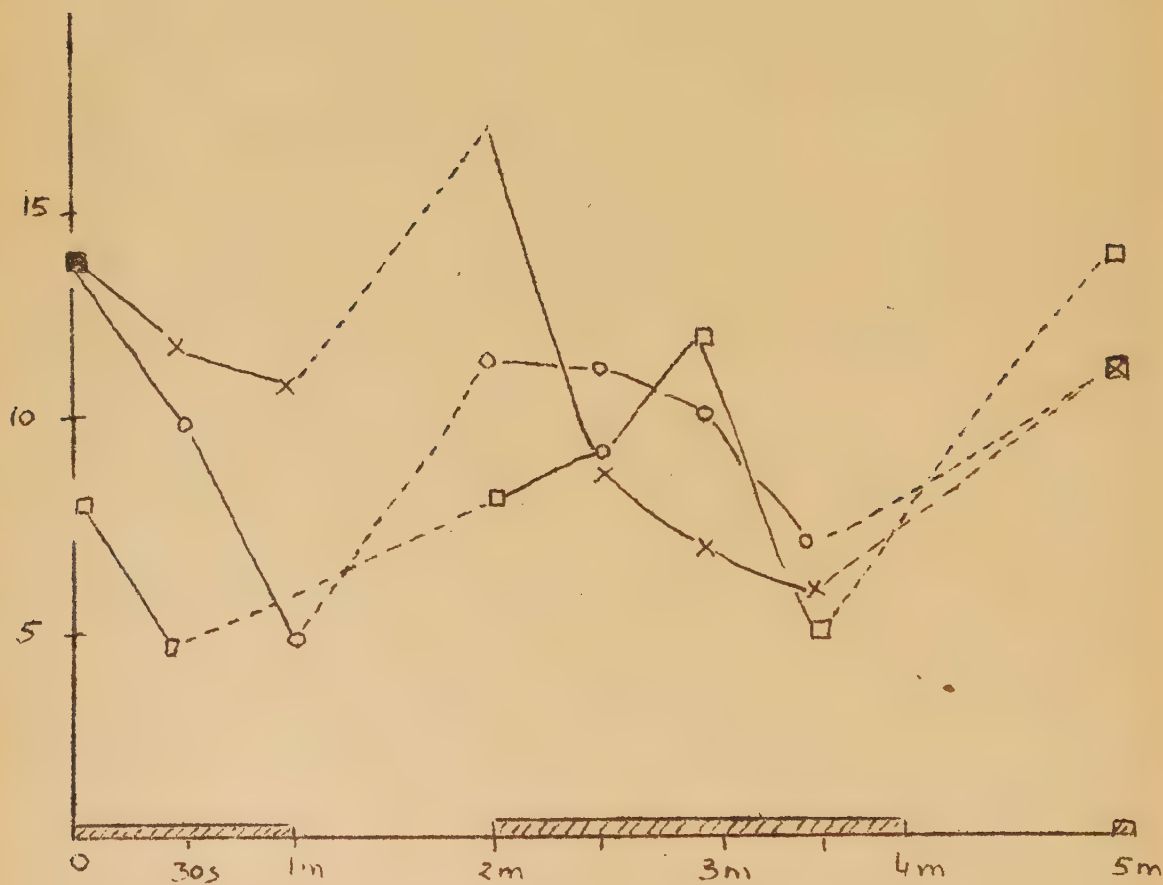
Au cours des tracés successifs on voit l'ampli-
tude baisser progressivement (moitié de sa
valeur en moins de 2 minutes) La fréquence
passe de 22 à 9. (fig. 4) pendant le même temps.

Les écarts de fréquence sont grands à la fin du
tracé, par contre la forme de l'unité motrice
est remarquablement fixe et les variations ins-
tantanées d'amplitude sont faibles.

La fatiguabilité de cette unité est faible mais
la fréquence initiale de l'unité n'est pas très
élevée.

- Examen N° 5 -

x = 1/2 fréquence
o = amplitude
□ = précision



(fig. 5) Variation de l'amplitude, la fréquence et la précision au cours de 2 contractions maximales chez le malade (e) (examen N° 5)

- Examen N° 5 -

I - Clinique Malade (e) (le 17 - 3 - 53) femme âgée de 38 ans
atteinte d'une amyotrophie des membres inférieurs
A l'examen de stimulation on note une lenteur des
2 loges antéro externes.

II - L'examen de détection standard

Montre une fibrillation à gauche et à droite et
quelques unités motrices à fréquence assez élevée

On enregistre une unité du jambier antérieur droit.

III - Analyse

Des tracés sont pris pendant le maintien d'une
contraction. Au début, l'amplitude est assez
irrégulière et la fréquence à 28/sec env. (fig. 5)

30 sec après, amplitude aux 2/3
fréquence 24

1 minute après, on observe semble-t-il, 2 unités
très petites à 22 et 16 / sec.

après 1 min. de repos, reprise de la contraction
L'amplitude remonte, la fréquence est élevée (34)
La chute d'amplitude s'étend sur 1 m 1/2
La fréquence et la régularité (variation de fréquence
instantanée) baissent également pendant le
même temps mais remontent après 1 m de repos
(fig.)

L'aspect de l'unité est variable, polyphasique et
ses divers éléments n'ont, semble-t-il, pas
toujours la même place dans le temps ni la même
importance relative.

- Examen N° 6 -

I - Clinique (e₂) Même malade Le 17 - 7 - 53

Elle présente à cette période une atteinte des 2 loges antéro externes. L'examen de stimulation montre une discrète lenteur à droite, presque pas de réponse à gauche.

II - Examen Electromyographique standard

La fibrillation constatée au cours d'un examen antérieur a disparu dans la loge antéro ext G, Mais une unité motrice très fatiguable y est trouvée. La fatigabilité persiste même après réchauffement des pieds.

III - Analyse

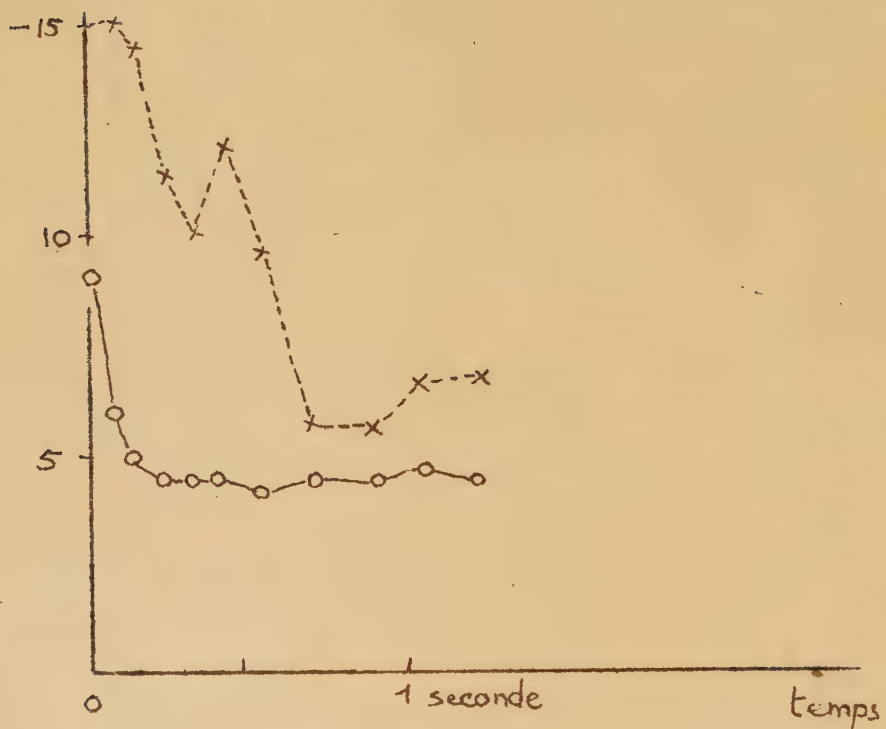
Une première contraction ne peut être maintenue que 15 sec. fréquence: 44 au début tombe à 28 en 7 sec.

En 5 sec. l'amplitude a baissé de moitié.

Une 2ème contraction après 15 sec. de repos ne dure qu'une sec. 1/2, les contractions après réchauffement montrent la même fatigabilité.

L'unité en question est donc beaucoup plus fatiguable que celle étudiée chez la même malade 4 mois auparavant.

- Examen N° 7 -



(fig. 6) Malade (f)

Décroissance très rapide de l'amplitude et de la fréquence de l'Unité Motrice dans le temps

En pointillé : la fréquence

En trait plein : l'amplitude.

- Examen N° 7 -

I - Clinique Malade (f) sexe féminin, âgée de 14 ans,
atteinte d'une amyotrophie Aran Duchène de la
main droite vraisemblablement spingomyélique.

II - L'Electromyogramme standard montrait

Un tracé de type simple caractéristique d'atrophie
par processus neurogène périphérique. Dans les
muscles de la main droite pas de fibrillation,
rien à gauche..

III - Analyse

Examen de l'éminence Thénan (enregistré)

On demande à la malade des contractions volontaires
masimale, l'unité trouvée est d'allure particulière
myasthénique, la chute d'amplitude extrêmement
rapide d'abord puis plus lente ne permet pas une
contraction de plus de qûelques secondes.

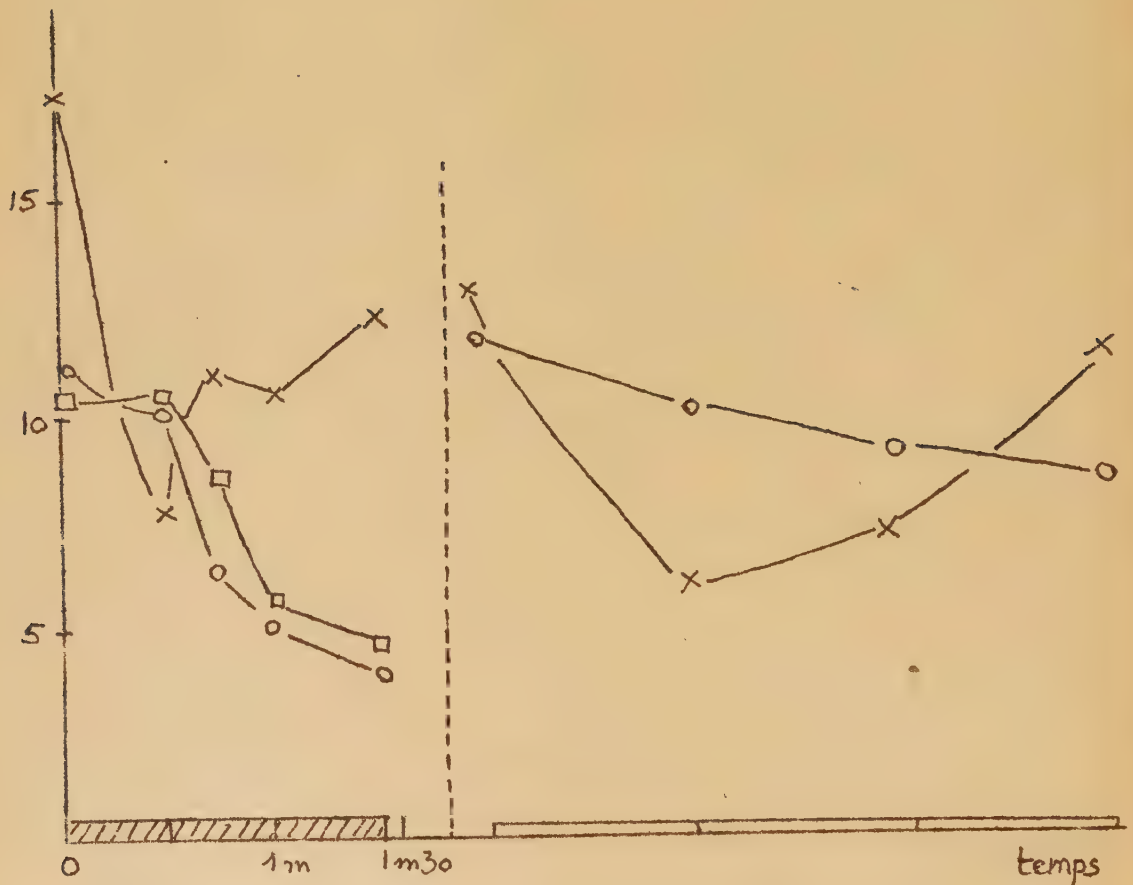
La 3ème contraction étudiée enndétail dure 1 sec.
1/2, la fréquence initiale déjà basse, tombe à 7
(15)

en fin de contraction (fig. 6)

L'unité est de forme rigoureusement semblable à
elle même pendant toute la durée du tracé.
à signaler dans le ier interoneux.
un tracé fait d'une unité motrice d'amplitude assez
régulière, de fréquence par contre irrégulière et
qui , toutes les demi secondes environ se présente
plus ample (1,7 plus ample environ.)

- Examen N° 8 -

x = 1/2 fréquence
o = amplitude
□ = précision



(fig. 7) Malade (g)

Etude de la variation d'amplitude de fréquence et de précision
au cours d'une contraction volontaire maximale suivie d'un
repos et d'une contraction modérée prolongée pendant 3 min.

- Examen N° 8 -

I - Clinique Malade (g) Homme agé de 37 ans

atteint vraisemblablement de sclérose latérale amyotrophique

L'examen de stimulation n'a montré qu'une faible réponse par le nerf sciatique poplité externe la loge antéro externe est lente.

II- L'examen de détection standard

Montre de la fibrillation électrique et un tracé simple dans la loge antéro externe.

III - Analyse

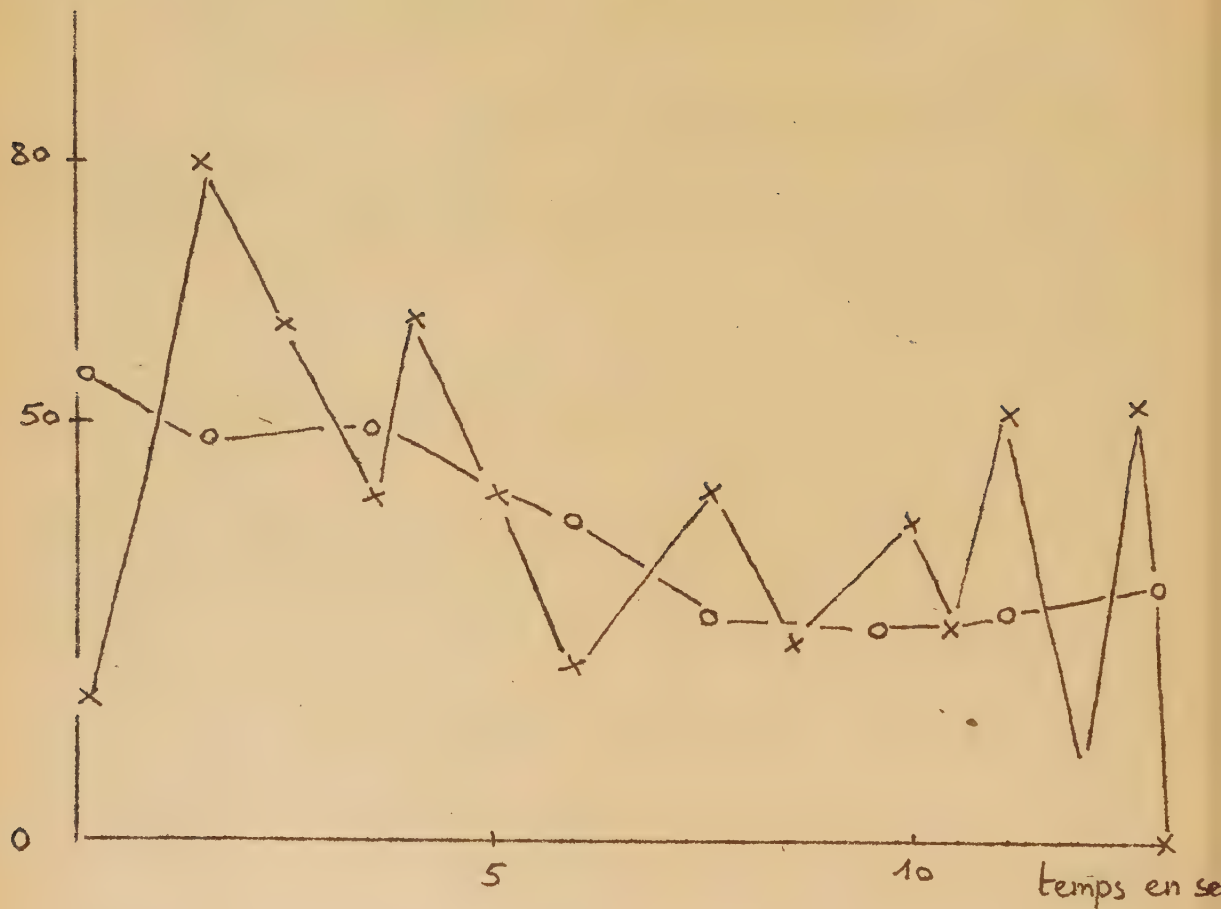
Un jambier antérieur fournira successivement une contraction masimale maintenue, puis après un repos une contraction modérée. (fig. 7)

Les chutes d'amplitude et de précision de la fréquence se suivent bien dans la contraction masimale, il semble par contre qu'après une chute initiale, la fréquence remonte légèrement sans cependant atteindre la fréquence initiale. (36)

Dans la contraction modérée qui suit, l'amplitude baisse progressivement, mais beaucoup plus lentement, et la fréquence qui initialement était plus basse (ce qui est classique) après une chute tend à remonter et est assez voisine de la fréquence initiale en fin de contraction.

- Examen N° 9 -

x = fréquence
o = amplitude



(fig. 8) Malade (h)

Variations d'amplitude et de fréquence d'une unité motrice,

La contraction ne peut être maintenue que 13 sec. (fréquence très élevée = 80).

- Examen N° 9 -

I - Clinique Malade (h) Homme âgé de 60 ans.

atteint de paralysie radiale gauche

L'examen a été fait au 4ème 5ème jour de la paralysie.

L'examen de stimulation ne montre pas encore de lenteur sauf peut-être les radiaux; rien au faradique, peu de réponse par le nerf.

II - L'électromyographie standard

Montre peu de fibrillation, tracé simple lors de la contraction volontaire à fréquence élevée, caractéristique de processus neurogène.

III - Analyse

L'effort de relèvement des doigts ne peut être maintenu plus de 14 sec.

La fréquence de l'unité motrice monte en 1 sec. à 80, puis baisse en quelques secondes devenant très irrégulière au bout de 10 sec. (moyenne 20)

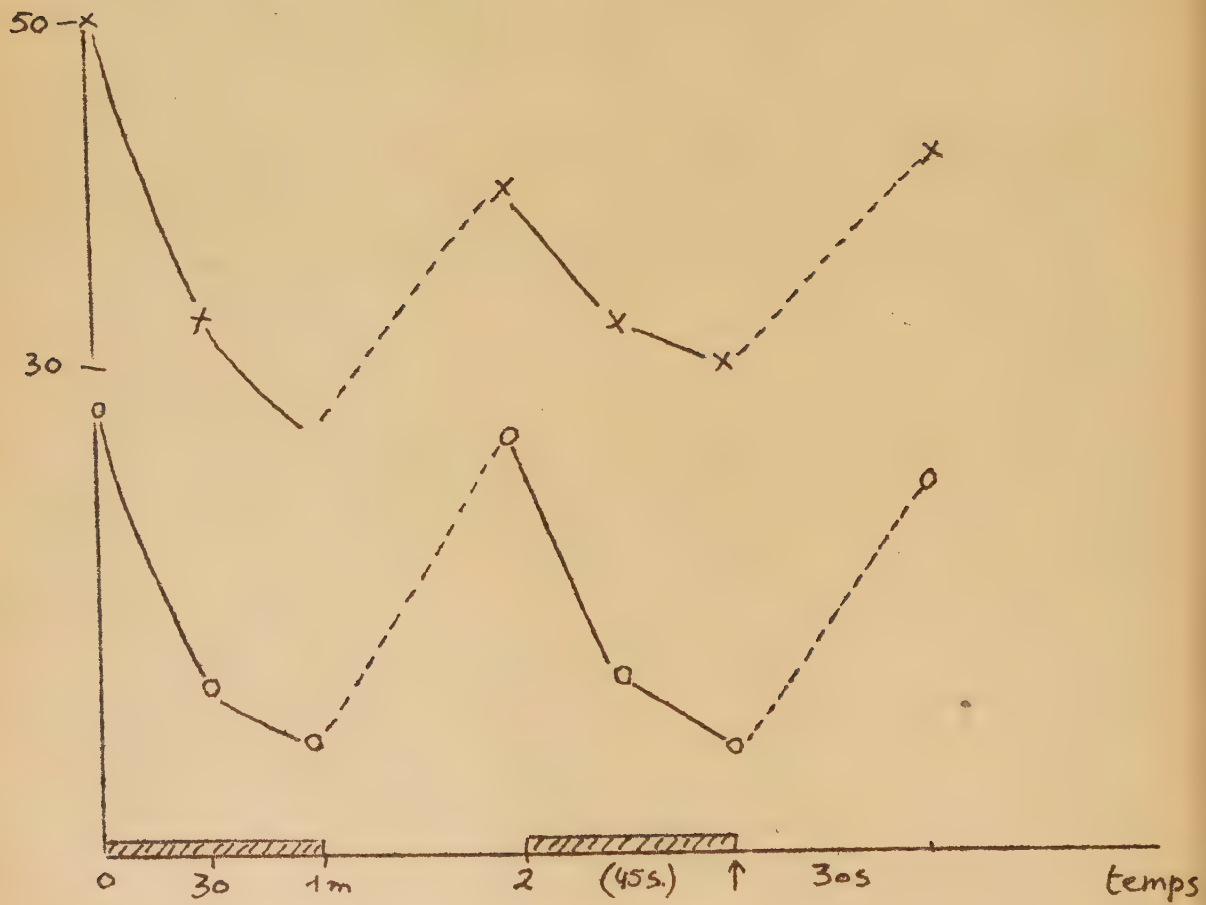
L'amplitude pendant le même temps est tombée à la moitié de sa valeur initiale (fig. 8)

Ce tracé est fréquent quelques jours après demeuraction partielle de compression.

On peut se demander si la fréquence très élevée de cette unité ne l'empêche pas de tenir son amplitude plus de temps.?

- Examen N° 10 -

x = fréquence
o = amplitude



(fig. 9) - Malade (i)

Etude de l'amplitude et la fréquence au cours de 2 contractions
masimales

- Examen N° 10 -

I - Clinique Malade (i) Femme 44 ans

Présentant une atrophie du membre supérieur gauche

II - Examen Electromyographique standard

du deltoïde et long supinateur

Absence de fibrillation électrique et tracé simple

Caractéristique d'atteinte neurogène périphérique.

III - Analyse

Une contraction volontaire maximale a été maintenue par le deltoïde, et enregistrée, au départ à 30 sec et 1 m puis après un repos, reprise de l'effort pendant 45 sec, et après un second repos, la contraction reprend. (fig. 9)

On obtient une chute d'amplitude et de fréquence pendant le travail suivie de récupération parallèle pendant les périodes de repos.

La fréquence initiale élevée 50 ne sera jamais retrouvée dans les autres contractions de même que l'amplitude initiale.

- Examen N° 11 -



(fig. 10) Malade (j)

Chute rapide d'amplitude de 2 unités Motrices au cours de la contraction. Les chiffres représentent les fréquences.

- Examen N° 11 -

I - Clinique Malade (j) Homme âgé de 48 ans.

Traumatisme cervical présentant une atrophie des interoneux.

L'électromyographie montre un tracé neurogène typique dans le 1er interoneux dorsal.

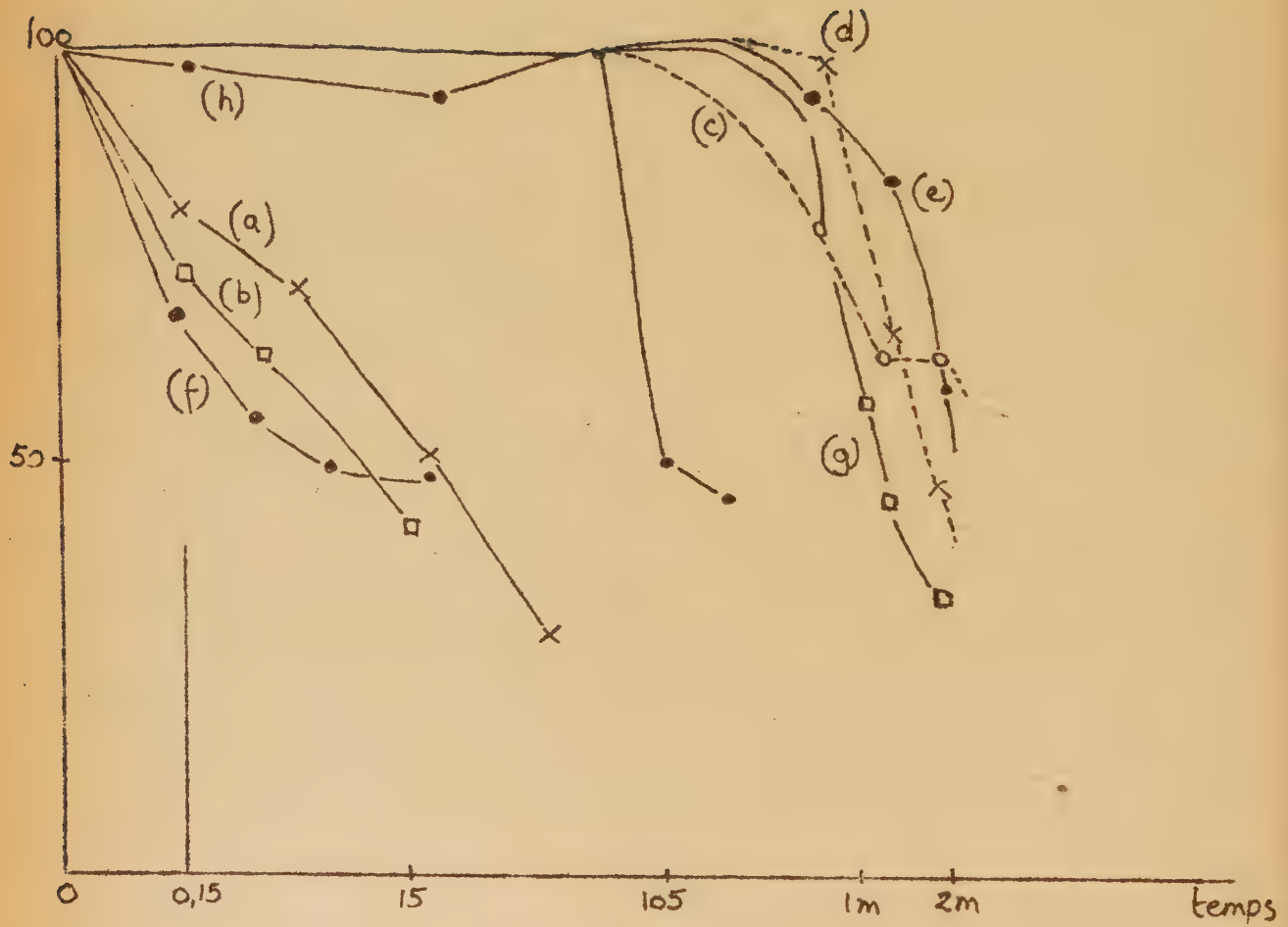
II - Examen électromyographique Standard

On note sur 2 unités des chutes rapides de potentiel durant la contraction qui ne peut être maintenue plus de quelques secondes.

3 efforts successifs sont demandés. (fig. 10)

Le premier dure 9 sec. grace à l'une des unités motrices qui a cependant une chute d'amplitude assez rapide, la fréquence après être montée à 30 baisse insensiblement jusqu'à 20.

L'autre Unité Motrice a une durée de vie inférieure à 2 sec. Au cours du 2ème et du 3ème effort, les unités s'épuisent rapidement après 30 sec. de repos, une nouvelle contraction est demandée, on y retrouve, semble-t-il, l'Unité la plus fatiguable qui s'épuise alors en 2 sec. : sa fréquence montant à 40 puis esquissant une chute difficile à suivre (potentiels trop petits)



(fig. 11)

Variation d'amplitude des Unités Motrices comparées
chez divers malades.

A - Variations d'amplitude de l'Unité Motrice -

au cours de la contraction maximale (fig. 11)

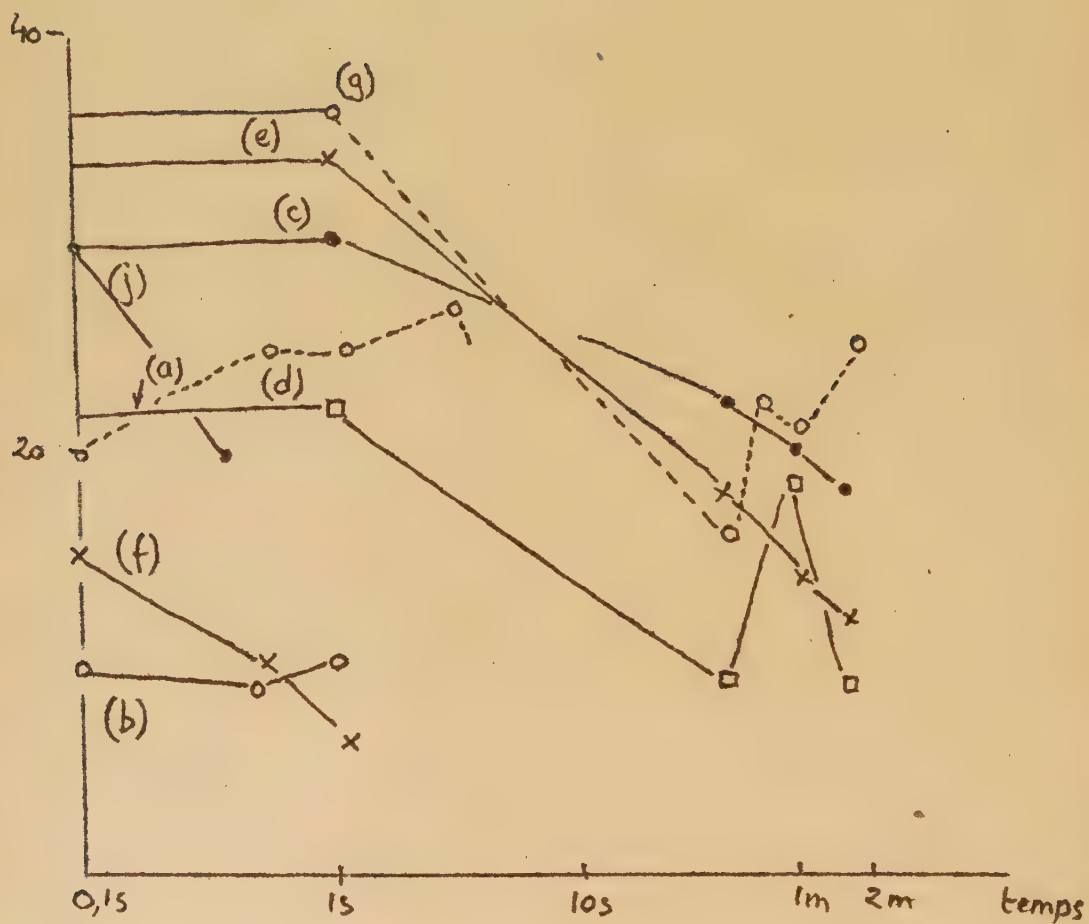
Comparées chez divers malades.

Un ensemble de courbe, schématisant la variation d'amplitude chez divers malades necessitait l'emploi pour les temps d'une échelle logarithmique, en effet, des chutes rapides d'amplitude (quelques secondes) se seraient trouvées trop réduites, si on voulait les comparer à des chutes d'amplitude se produisant au bout de 2 minutes seulement.

La figure représente donc les variations d'amplitude en fonction du temps, des unités motrices des malades étudiées antérieurement les lettres les désignant sont les mêmes, bien que l'échelle des temps soit logarithmique et que de ce fait, le zéro n'y doive pas figurer. Nous avons mis arbitrairement un zéro pour faire figurer l'amplitude initiale qui a toujours été ramenée à 100.

Les ordonnées indiquent donc les pourcentages d'amplitude par rapport à l'amplitude initiale.

Il apparait que certaines unités motrices perdent rapidement de leur amplitude (en 1 sec. par exemple) cependant que d'autres maintiennent celle-ci pendant une durée d'une minute et n'esquissent une chute qu'au delà de ce temps.



(fig. 12)

Variations de fréquence des Unités Motrices
de divers malades comparées.

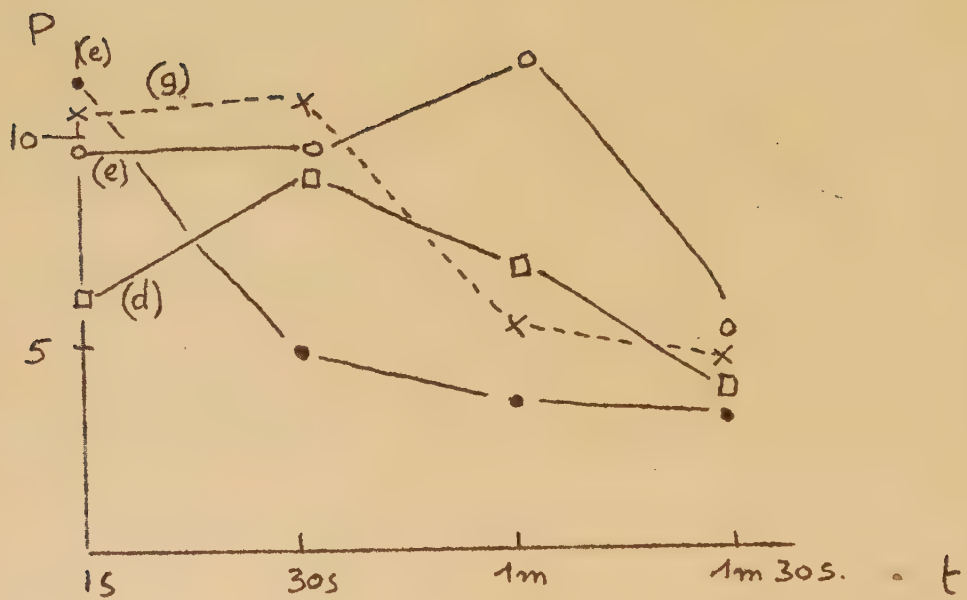
B - Variations de fréquence de l'Unité Motrice en fonction du temps, au cours d'une contraction maximale prolongée, comparées chez quelques malades. (fig. 12)

Les courbes sont faites dans les mêmes conditions que celles des variations d'amplitude, mais les fréquences sont ici en valeur absolue et, si l'échelle des temps logarithmique sembla indispensable, le temps zéro n'était pas nécessaire.

Ici encore, il semble que certaines unités présentent une chute rapide, parfois en partie masquée par une période initiale de mise en train de l'unité qui peut demander une seconde. Mais, lorsqu'on peut suivre l'unité au delà il se produit en général une chute.

D'autres unités maintiennent leur fréquence et ne baissent de fréquence qu'au bout de plus de trente secondes.

Fait intéressant, ce sont les unités à diminution rapide d'amplitude dont la fréquence baisse aussi rapidement.



(fig. 13)

Etude de la variation de fréquence instantanée
ou Précision de la fréquence en fonction du temps.

C - Variation instantanée de la fréquence, de l'Unité Motrice
au cours d'une contraction maximale comparée chez divers
malades (fig. 13) .

Etant donnée la méthode de calcul de cette "Précision en fréquence" seuls, les malades pouvant soutenir leur contraction pendant un certain temps, purent être utilisés.

A mesure que la contraction se prolonge, surtout au delà d'une minute, on constate une augmentation de cette variation instantanée.

La fréquence semble alors sujette à des variations environ deux fois plus amples qu'au début de la contraction.

Dans la figure les ordonnées représentent la période moyenne calculée sur 10 périodes, divisée par la moyenne des écarts de période à cette période moyenne, pendant ces dix mêmes périodes.
En abscisse, le temps.

- DISCUSSION -

Nous considérons que la diminution d'amplitude de l'unité motrice qui se fait progressivement est liée à une défaillance neuro musculaire périphérique située éventuellement au niveau de la plaque motrice.

Les variations de fréquence, dans laquelle l'unité motrice répond selon une loi du tout ou rien sont d'interprétation plus complexe : on peut les concevoir comme une traduction à la fois des possibilités de pulsion rythmique de l'unité motrice elle même et de l'état central d'excitation.

Les baisses rapides d'amplitude et de fréquence de l'unité motrice n'apparentent sur les figures d'ensemble doivent être considérées comme manifestement pathologiques d'autant plus qu'elles portent souvent sur les mêmes unités. Les diminutions lentes d'amplitude et de fréquence comme aussi, celle de la régularité, peuvent être la traduction d'un phénomène pathologique mais peuvent aussi révéler un processus physiologique.

Le comportement identique d'un certain nombre d'unités serait en faveur de cette hypothèse.

On peut résumer l'ensemble des résultats exposés en admettant que deux mécanismes différents contribuent au déficit et à la fatigue musculaire; ce sont :

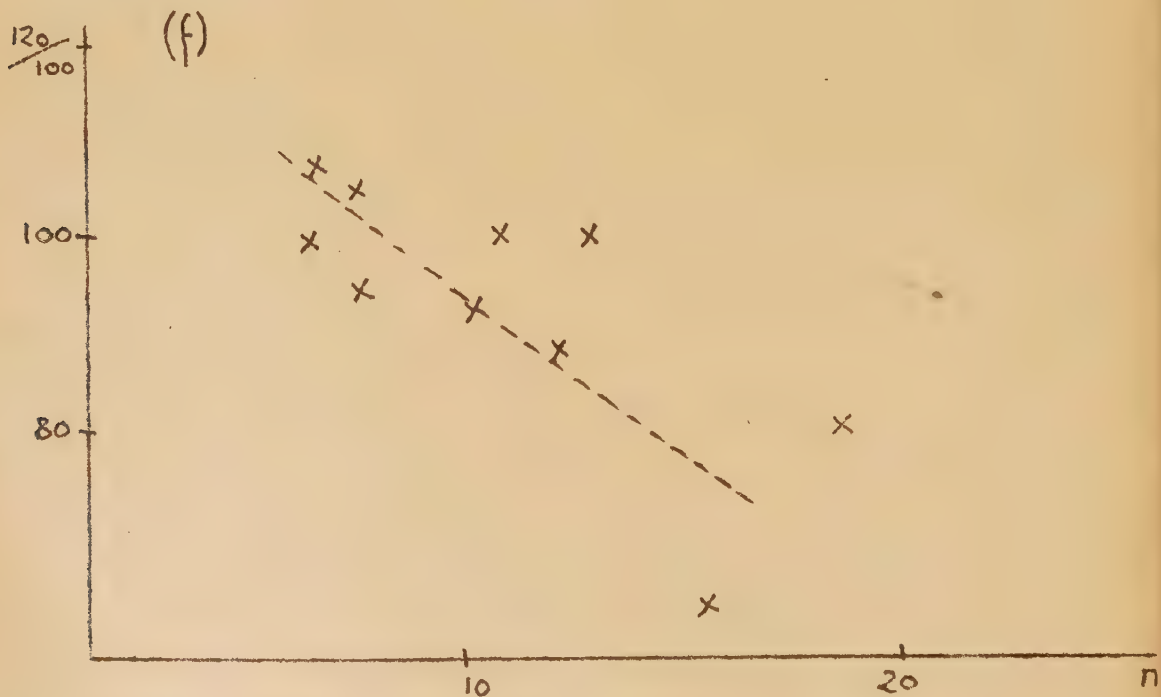
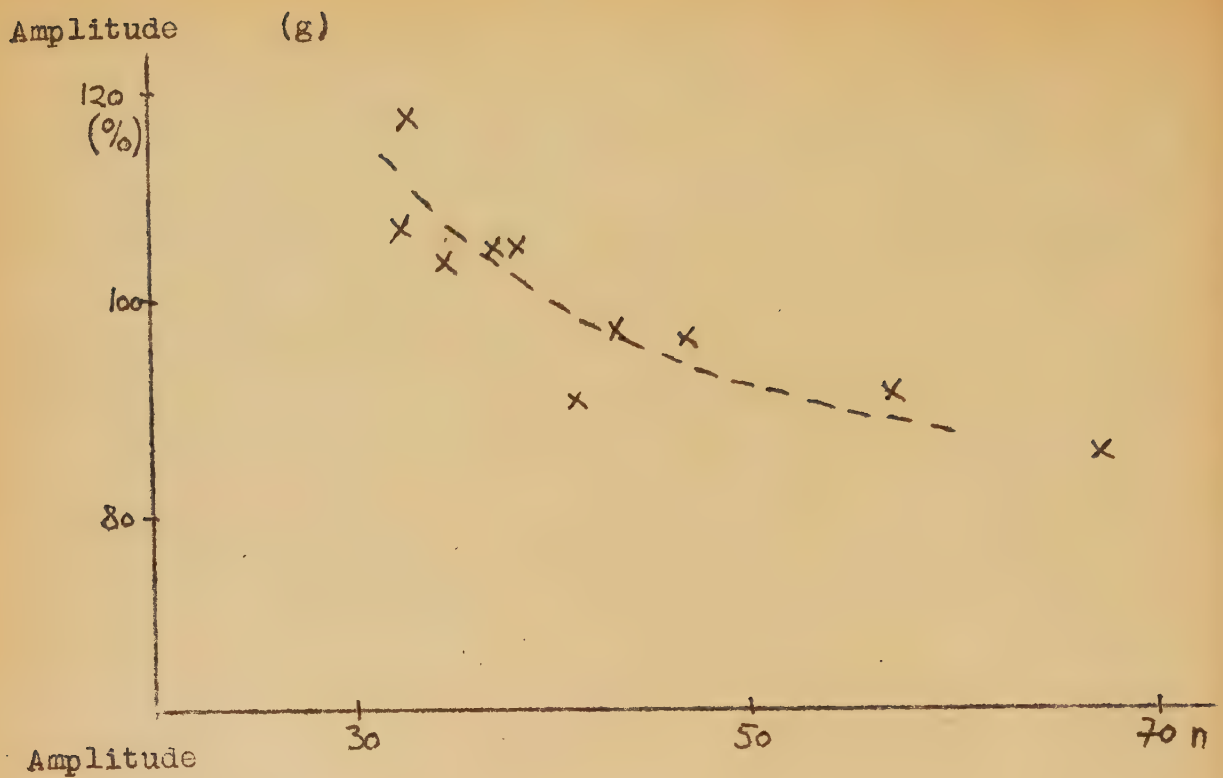
(indépendamment de la diminution du nombre des unités existantes qui reste, cela va sans dire, le processus fondamental)

- d'une part, la chute rapide d'amplitude des potentiels d'unité motrice. (probablement diminution du nombre des fibres actives) déterminant sans doute une diminution de la réponse et, d'autre part, les décroissances anormalement rapides des fréquences la réponse étant d'autant plus forte que cette fréquence est plus élevée (Seyffarth)

Il existe une bonne probabilité pour que deux phénomènes du même ordre, mais survenant avec un décalage de temps considérable, se trouvent à l'origine du phénomène complexe de la fatigue physiologique.

Il est fort probable que la fréquence lorsqu'elle est élevée ne peut être maintenue longtemps, c'est ainsi que (h) dont la fréquence monte à 80 par sec. ne tient pas sa contraction plus de 15 sec. et l'amplitude tombe rapidement. .

Il semble donc que si d'une manière générale à la chute d'amplitude correspond une chute de fréquence, ce phénomène doit en masquer un autre opposé et la répétition de la même unité motrice à intervalles très rapprochés doit au contraire s'accompagner d'une chute de l'amplitude au moins passagère. Pour mettre ce phénomène en évidence nous avons mesuré : (fig. 14) l'amplitude en pourcentage de l'amplitude du battement précédent et nous l'avons étudiée en fonction de la période les séparant. Chez 2 malades les points sont alignés ce qui montre une corrélation (le fait de se servir de pourcentage d'amplitude élimine la chute lente de celle-ci)



(fig. 14) Variation de : pourcentage de l'amplitude par rapport à la précédente en fonction de l'intervalle exprimé en fréquence chez deux malades.

- C O N C L U S I O N S -

- I - Nous avons étudié le comportement d'une unité Motrice au cours d'une contraction volontaire maximale, sur un groupe de sujets atteints d'atrophie nerveuse périphérique.
 - II - L'unité Motrice subit des variations dans son amplitude, dans sa fréquence et dans la régularité de son activité rythmique.
 - III - L'amplitude tend à baisser ; sur certaines Unités Motrices une diminution d'amplitude apparaît en moins d'une seconde, sur d'autres la diminution d'amplitude demande plus d'une minute.
 - IV - La fréquence décroît plus ou moins rapidement lors d'un effort maximum en même temps qu'apparaît une diminution de régularité de l'activité rythmique.
 - V - Les mêmes unités présentent souvent à la fois la chute rapide d'amplitude et de fréquence.
 - VI - Le déficit et la fatigue musculaires dans les affections du neurone moteur périphérique sont par conséquent en relation non seulement avec une diminution du nombre des unités Motrices, mais également avec la détérioration fonctionnelle d'un certain nombre d'entre elles.
-

- Bibliographie -

- Adrian (E-D) et Bronck (D.W)

Discharge of impulses in motot nerve fibres;
fréquency of discharge in reflex and voluntary
contraction
Journal de Physiol. 1929 Tome 67 p. 119 - 151

- BUCHTHAL (F) et CLEMMENSEN (S V)

ou differentiation of palpable muscle affections
by electromyographye.

Acta Medica Scandinavia 1940 Tome 105 p. 48-66

- BUCHTHAL (F) et CLEMMENSEN (S V)

Doctor psychiat. neurol. 19 43 Tome 18 p. 377
387.

- DENNY BROWN (D.E.) et PENNY BACKER (J B)

Fibrillation and fasciculation in voluntary
muscles

Brain 1938 Tome 61 p. 311- 334

- KUGELBERG E et STOGLUND (C R)

J. Neuro Physiol. 1946 T 9 p. 391

- KUGELBERG (E) et SKOGLUND (E R)

J. Neuro physiologie 1946 Tome 9 p. 399-411

- LEFEBVRE (J) LERIQUE (J) NERIC (A)

L'Electromyographie élémentaire au cours des
séquelles de poliomyélite antérieure aigue

J. Radiologie et d'electrologie 1947 T 28 p.
378 380

- LINDSLEY (D. B.)

Electrical Activity of humar motor units during
voluntary contraction.

- . Amer. J. Physiologie 1935 T 114 p. 90-99
- LINDSLEY (D B) Electromyographie Studies of neuro muscle disorders
Arch. Neurol. Psychiat. 1936 T 36 p. 128
157.
- SEYFFARTH H
Behaviour of motor units in healthy and muscles in
Acta Psych. Neurol 1941 T 16 p. 79-109
261-271
- BUCHTHAL (F)
Electromyographie in the diagnosis of central and peripheral Lesions of the nervous system
IV Congrès neurologique International Paris
5-10 sep. 1949 Tome 1 p. 35-46
- MARX (Ch H) et I S C H (VR)
L'electromyogramme normal et pathologique
La biologie Médicale 1951 Tome 40 19
- LEFEBVRE (J) LERIQUE (J) DESCLAUX (P) et CHAMBELLAND (F)
L'electromyographie élémentaire de la myotonie
Rev. Neurol. 1947 T 79 p. 180-188
- LEFEBVRE (J)
Les pulsations, neuromyonique, et leur détection par l'electromyographie élémentaire
L'interprétation à leur lumière de certaines réactions d'électrodiagnostic classique
Journ. de radiologie et d'electrologie 1946
Tome 27 p. 365-371
- LEFEBVRE (J) SCHERRER (J)
Renseignements fournis par l'électromyographie dans l'étude des mouvements anormaux.
Rev. Neurologique 1952 T 86 p. 584-595.
- THIEBAUT (F) Isch (F) et Madame ISCH TREUSSARD
Contribution à l'étude des atrophies musculaires progressives et au diagnostic électromyographique
Rev. Neurol. Tome 89 1953 p. 333-355

Vu, le Président de Thèse

Professeur ALAJOUANINE

Vu, le Doyen de la Faculté de Médecine de Paris

Professeur BINET

Vu et permis d'imprimer, le Recteur de l'Académie de Paris

Jean SARRAILH.

